

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR ALKOHOL PADA CAIRAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-3 BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

Ade Vikri Satria¹, Wildian²

¹Mahasiswa Fisika FMIPA Universitas Andalas

²Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Andalas

e-mail: ade_vikri@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dan perancangan alat ukur kadar alkohol dengan menggunakan sensor MQ-3 berbasis mikrokontroler AT89S51 menggunakan bahasa pemrograman Bahasa C. Sensor alkohol mendeteksi keberadaan gas alkohol. Kadar alkohol pada cairan diukur dengan sensor gas alkohol MQ-3. Tegangan keluaran dari sensor dikonversi oleh ADC 0804 kemudian diolah mikrokontroler untuk diproses. Kadar alkohol didapatkan hanya dalam bentuk data digital dari ADC 0804 dan belum dalam bentuk tampilan LCD. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kesalahan perakitan komponen LCD. Dari hasil rancang bangun alat ukur kadar alkohol dalam cairan ini didapatkan hasil pengujian yang menunjukkan adanya kenaikan nilai tegangan keluaran sensor saat sensor mendeteksi adanya alkohol. Nilai kesalahan pengukuran yang terjadi pada alat ini adalah sebesar 3,25%.

Kata kunci: alkohol, sensor MQ-3, mikrokontroler AT89S51, ADC 0804 dan LCD.

ABSTRACT

It has been done a design of alcohol content measurement device using MQ-3 gas sensor based on microcontroller AT89S51. Alcohol sensor detect the present of alcohol gas. Alcohol percentage in liquid is sensed by MQ-3 gas sensor. Measured values of the sensor are converted by the ADC and then processed by microcontroller. The alcohol content value cannot be displayed on LCD because of any error in LCD design. From the test, it is found that the sensor output voltage increase when the sensor detects the presence of alcohol. The measurement error in this research is 3.25%.

Keywords: alcohol, MQ-3 sensor, microcontroller AT89S51, ADC 0804 and LCD display

I. PENDAHULUAN

Penyalahgunaan alkohol telah menjadi masalah pada hampir setiap negara di seluruh dunia. Seringnya muncul pemberitaan tentang tata niaga miras (minuman keras) setidaknya merupakan indikasi bahwa minuman beralkohol banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia (Priadi, 2008). Diperkirakan sebanyak 2,5 juta penduduk dunia meninggal setiap tahunnya akibat penyalahgunaan alkohol (WHO, 2011). Secara medis, kematian akan didapatkan seseorang jika kadar alkohol dalam darahnya sudah mencapai 400 mg/dL (Budiman, 2009).

Kehalalan produk pangan menjadi pertimbangan dalam membeli atau mengonsumsi suatu produk. Selama ini, keberadaan sertifikasi halal dari MUI dan labelisasi kehalalan suatu produk dari Departemen Kesehatan RI, diharapkan dapat menghilangkan keraguan bagi umat Islam Indonesia untuk mengonsumsi produk pangan yang berlabel halal. Namun dalam praktiknya, pengusaha bisa jadi hanya menempelkan label halal pada produknya, tanpa adanya pemeriksaan dan pengujian (Fuad, 2010). Disamping itu, seiring dengan perkembangan dunia teknologi, produk pangan yang haram sudah beredar versi halalnya, seperti *sampanye* halal yang diciptakan di Paris, *Bak Kut Teh* (sup babi) versi halal di Malaysia dan *Whisky* halal di Skotlandia. Di samping itu, sejumlah produk tersebut telah memperoleh sertifikasi halal dari lembaga sertifikasi halal luar negeri (Sari, 2011). Namun menurut Glend Chapman, salah satu anggota *Scotch Whisky Association* Amerika Serikat, sempat mengatakan bahwa sepertinya mustahil ada wiski tanpa kandungan alkohol (Muftisany, 2012).

Dalam perkembangannya, hingga saat ini alat ukur kadar alkohol sangat langka keberadaannya. Kalaupun ada, pemakaiannya terbatas untuk keperluan industri besar dan penelitian di laboratorium, dengan harga yang tidak terjangkau oleh daya beli masyarakat.

Beberapa metode atau alat yang biasa digunakan tersebut adalah analisis menggunakan GC (*Gas Chromatography*), analisis dengan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), metode berat jenis menggunakan piknometer dan metode dengan menggunakan hidrometer alkohol.

Berdasarkan permasalahan ini, perlu dibuat sebuah alat pengukur kadar alkohol pada cairan. Diharapkan keberadaan alat ini dapat membantu masyarakat dalam memastikan kehalalan suatu minuman yang diindikasikan mengandung alkohol yang beredar di pasaran dalam waktu yang relatif singkat dan hasil yang mendekati akurat.

Penelitian sejenis telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya Umar (2009) menggunakan sensor gas alkohol AF63, Budiastra dkk (2009) dan Afniza (2010) menggunakan sensor gas alkohol TGS822 dan Adiprabowo (2010) menggunakan sensor gas alkohol TGS2620. Pada penelitian ini digunakan sensor gas alkohol MQ-3. Disamping mencoba variasi baru dalam penggunaan jenis sensor, pemilihan sensor ini karena harganya lebih murah daripada sensor alkohol yang ada, dengan sensitivitas sensor yang hampir sama. Hanya saja, sensor MQ-3 ini mengkonsumsi daya yang cukup besar dibandingkan sensor yang lain, yaitu sekitar 750 mW.

Elemen sensor MQ-3 terdiri atas lapisan SnO_2 dengan konduktivitas yang kecil dalam udara bersih. Resistansi sensor akan berubah-ubah seiring dengan terdeteksinya keberadaan gas etanol oleh elemen sensor. Jika konsentrasi etanol tinggi, maka resistansi sensor akan berkurang sehingga tegangan keluaran akan meningkat. Dalam Nasrudin dan Muntini (2009), Timmer Björn (2005) menyatakan bahwa ketika kristal metal oksida (SnO_2) pada kondisi normal yaitu pada suhu kamar, permukaan bahan metal oksida (SnO_2) berinteraksi dengan molekul-molekul oksigen yang ada di udara. Atom-atom oksigen akan teradsorpsi dan mengikat elektron bebas yang terdapat pada permukaan metal oksida (SnO_2). Di dalam sensor gas, arus listrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO_2 . Pada daerah sambungan, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Jika konsentrasi gas menurun, proses dioksidasi akan terjadi. Rapat permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang dan akan mengakibatkan menurunnya ketinggian penghalang dari daerah sambungan. Dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor juga akan ikut menurun.

Nilai resistansi sensor MQ-3 memiliki perbedaan terhadap jenis dan konsentrasi gas yang ada dalam udara bersih, sehingga pada saat menggunakannya perlu dilakukan penyesuaian. Jadi perlu dikalibrasi untuk 0,4mg/l (sekitar 200ppm) konsentrasi alkohol di udara dan resistansi pada output sekitar 200 K Ω (100 K Ω sampai 470 K Ω).

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode Alkoholmeter, sehingga kadar alkohol pada suatu cairan harus distandarkan terlebih dahulu dengan menggunakan alkoholmeter media pembanding, sedangkan larutan alkohol yang akan digunakan sebagai bahan uji dibuat dengan menggunakan rumus pengenceran (Ansel, H. C. dan Stoklosa, M. J: 2006) berdasarkan Persamaan 1.

$$n_1 \cdot V_1 = n_2 \cdot V_2 \quad (1)$$

keterangan:

n_1 = nilai kadar alkohol yang diinginkan (%)

n_2 = nilai kadar alkohol yang tersedia (%)

V_1 = volume kadar alkohol yang diinginkan (ml)

V_2 = volume kadar alkohol yang tersedia (ml)

Pada proses pengenceran ini, alkohol yang dipersiapkan untuk dijadikan bahan sampel sebanyak 18 sampel, dimana 2 diantaranya merupakan sampel yang diambil dari air murni (alkohol 0%) yang terdiri dari air kran dan *aquades*. Masing-masing sampel dibuat untuk sediaan sebanyak 100 ml. Dalam hal ini, sediaan awal larutan alkohol yang digunakan adalah alkohol 70%.

Berbeda dengan beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penelitian ini dilakukan tanpa menggunakan *heater* sebagai pemanas untuk mendapatkan uap alkohol. Hal ini dilakukan karena alkohol merupakan zat cair dari jenis volatil (mudah menguap) yang memiliki ikatan antar molekul yang lemah, sehingga pada suhu kamar, alkohol sudah mengalami perubahan fasa dari cair menjadi gas.

Adapun prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan bahan penelitian berupa cairan alkohol sebagai bahan uji dan komponen elektronika sebagai perangkat keras dalam penelitian ini.
2. Tahap uji coba yaitu merangkai komponen pada papan *stripboard*.
3. Pembuatan perangkat keras penelitian, berupa rangkaian secara permanen baik penyolderan, pemasangan alat dan komponen dan pengaturan lainnya.
4. Pembuatan perangkat lunak penelitian berupa program alat ukur kadar alkohol dengan menggunakan bahasa pemrograman C.
5. Pengujian akhir meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Perbandingan Kadar Alkohol Rumus Pengenceran dan Alkoholmeter

Pada Tabel 1, terdapat beberapa data pengenceran alkohol yang tidak sama dengan hasil pengukuran dengan Alkoholmeter. Hal ini lebih disebabkan oleh kurangnya ketelitian dalam teknis pengenceran, misalnya pengukuran pada gelas ukur dalam mempersiapkan sediaan alkohol yang akan diencerkan.

Tabel 1 Perbandingan kadar alkohol antara rumus pengenceran dengan pengukuran pada Alkoholmeter dan alat dengan sensor MQ-3

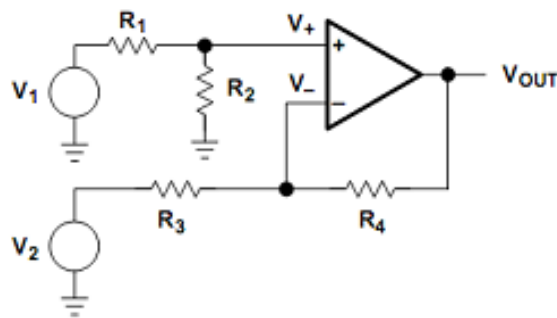
No.	Kadar Alkohol dengan Rumus Pengenceran (%)	Kadar Alkohol pada Alkoholmeter (%)	Kadar Alkohol berdasarkan fungsi kerja sensor MQ-3 (%)
1	0 (air kran)	0	-8,18
2	0 (aquades)	0	-8,18
3	1	1	-3,5
4	2	2	1,96
5	3	3	4,3
6	4	4	5,08
7	5	5	7,42
8	6	6	9,76
9	7	7	7,42
10	14	13	16,78
11	21	23	23,02
12	28	30	33,16
13	35	36	41,74
14	42	42	48,76
15	49	51	51,88
16	56	56	57,34
17	63	63	58,12
18	70	70	57,34

3.2 Pengujian Rangkaian sensor MQ-3 dengan penguatan menggunakan LM324

Pengujian rangkaian sensor gas MQ-3 dilakukan untuk mengetahui karakteristik sensor, mengetahui sensor dalam keadaan baik atau tidak dan mengambil data tegangan keluaran sensor (V_{out}). Pada pengujian rangkaian sensor MQ-3 ini, digunakan resistor variabel 100K Ω dan

sensor ditempatkan dalam ruang tertutup (berbentuk tabung) dengan jarak 2 cm dari cairan alkohol yang akan diujikan. Tujuannya supaya pengukuran kadar alkohol dapat terkondisikan dan dengan jarak ini pengujian tidak dilakukan dengan cara kontak langsung dengan elemen alkohol. Hal ini juga sejalan dengan karakteristik sensor yang menggunakan elemen SnO_2 , yang pada umumnya hanya bisa mendeteksi konsentrasi gas pada ruangan yang tidak tercampur gas lain (Mawarani dkk, 2012). Meskipun sensor berbasis SnO_2 merupakan sensor yang paling banyak dipahami dan dikembangkan, namun hingga saat ini sensor berbasis SnO_2 belum dapat menghasilkan sensitifitas dan selektivitas yang tinggi (Hermida dan Retnaningsih, 2009).

Rangkaian penguat diferensial pada Gambar 1 digunakan untuk menguatkan tegangan keluaran (V_{out}) dari sensor sehingga memiliki tingkat keakuratan pengukuran yang lebih baik. Dalam hal ini, tegangan keluaran dari sensor berkisar antara 0 - 1,21V, sehingga diperlukan penguat untuk memperlebar *range* tegangan keluaran dari sensor. Pada penelitian ini, *op-amp* yang digunakan adalah IC LM324, dengan pertimbangan dapat menggunakan catudaya tunggal sebesar 5V.



Gambar 1 Rangkaian Penguat Diferensial

IC LM324 merupakan penguat diferensial dengan 2 masukan tegangan. Pada perancangan alat ini, V_1 ditentukan sebesar 2V yang didapat melalui pengaturan pada potensio 10K Ω dan tegangan keluaran yang diinginkan adalah 3V – 5V, dengan V_2 sebesar 0,00 sampai 1,21V. Dengan menggunakan persamaan 3.1, didapatkan besar penguatan rangkaian yang akan dihasilkan. Dalam hal ini, $V_2 = 0,00$ dikuatkan menjadi 5V, sedangkan $V_2 = 1,21\text{V}$ dikuatkan menjadi 3V. Untuk mendapatkan nilai V_{out} dari LM324, digunakan Persamaan 2 (Mancini, 2002).

$$V_{\text{out}} = (V_1 - V_2) \times \frac{R_4}{R_3} \quad (2)$$

Dalam hal ini, ditetapkan bahwa $R_1 = R_3$, $R_2 = R_4$ dan R_4/R_3 adalah besar penguatan (A) dari penguat diferensial.

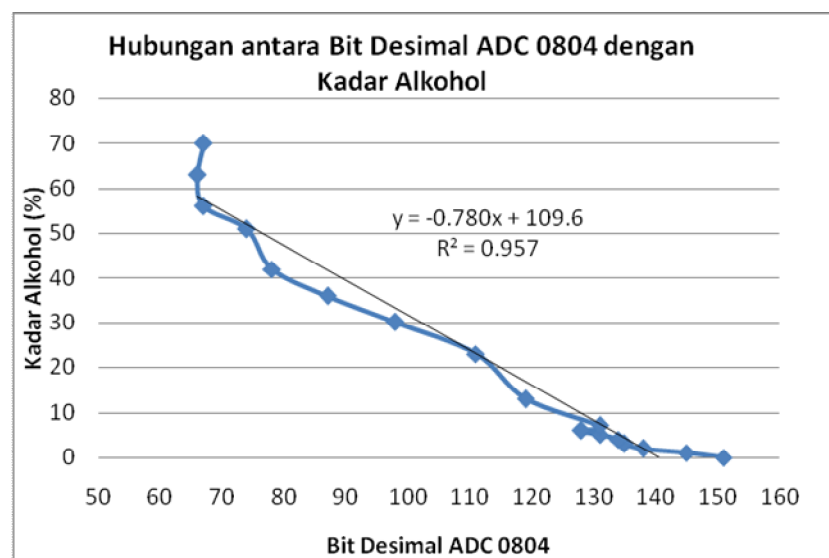
Pengambilan data pada Tabel 2 dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dengan pemakaian waktu selama minimal 3 menit tiap pengambilan data. Hal ini berakibat pada lamanya waktu yang terpakai untuk menyelesaikan pengambilan data semua bahan sampel alkohol sehingga berpengaruh terhadap sensitifitas sensor. Tampak bahwa *error* yang didapat setelah menggunakan rangkaian penguat diferensial masih cukup besar. Menurut Mawarni dkk (2012), sensor dengan elemen SnO_2 memiliki ketidakstabilan tahanan. Tahanan dari lapisan tipis tersebut selalu berubah terhadap waktu sehingga sulit menentukan konstanta tahanan untuk penggunaan dalam waktu lama.

Tabel 2 Hasil pengujian rangkaian LM324 menggunakan sensor MQ-3

Kadar alkohol	V ₂ (V)	V _{out} rata-rata (V)	V _{out} teori (V)	Error (%)
0% (air kran)	0,00	2,98	3,00	0,67
0% (aquades)	0,00	2,98	3,00	0,67
1%	0,08	2,85	2,88	1,04
2%	0,14	2,72	2,79	2,51
3%	0,17	2,69	2,75	2,18
4%	0,20	2,65	2,70	1,85
5%	0,23	2,58	2,66	3,01
6%	0,25	2,53	2,63	3,80
7%	0,26	2,58	2,61	1,15
13%	0,37	2,33	2,45	4,89
23%	0,46	2,19	2,31	5,19
30%	0,65	1,90	2,03	6,40
36%	0,84	1,68	1,74	3,45
42%	0,91	1,51	1,64	7,93
51%	1,03	1,43	1,46	2,05
56%	1,10	1,27	1,35	5,93
63%	1,18	1,24	1,23	0,81
70%	1,21	1,25	1,19	5,04
Rata-rata error				3,25

3.3 Pengujian rangkaian ADC 0804

Rangkaian ADC digunakan untuk mengkonversi data masukan analog dari sensor menjadi data digital, supaya selanjutnya dapat diproses oleh mikrokontroler. Pada penelitian ini digunakan ADC 0804, yang memiliki 2 masukan analog, Vin(+) dan Vin(-). Pengujian ADC 0804 dilakukan dengan menghubungkan masing-masing 1 buah lampu LED dengan 8 bit keluaran pin ADC 0804.



Gambar 2 Grafik hubungan antara bit desimal ADC 0804 dengan kadar alkohol

Grafik pada Gambar 2 memperlihatkan hubungan matematis antara bit keluaran ADC 0804 dengan kadar alkohol dalam bentuk persamaan linier, dimana kadar suatu cairan beralkohol dapat diketahui dengan pendekatan fungsi persamaan linier ini. Persamaan ini akan *didownload* ke dalam mikrokontroler dan hasil pengukuran kadar alkohol akan ditampilkan melalui penampil LCD.

3.4 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 dengan Keluaran LCD 16x2 Karakter

Pengujian rangkaian penampil LCD dihubungkan langsung dengan rangkaian minimum mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali utama alat yang dirancang. Penampil LCD diuji dengan *mendownload* program baca nilai ADC pada mikrokontroler.

Pengujian dimulai dengan menuliskan *list* program diatas pada *notepad* dan digunakan *software* MIDE-51 untuk menjalankan program tersebut. Jika tidak ada kesalahan pada penulisan program, *file* program yang awalnya berekstensi *.c* *dicompile* sehingga terdapat *file* baru dengan nama yang sama berekstensi *.hex*. Selanjutnya, *file* dengan ekstensi *.hex* yang berhasil *dicompile* tadi, *didownload* ke dalam mikrokontroler, sehingga diharapkan akan muncul kata “Desimal” pada baris pertama LCD dengan nilai desimalnya tertera pada baris kedua.

Namun, dalam pengerjaannya, hingga akhir penelitian, penampil LCD tetap gagal dalam memunculkan kata “desimal” ataupun kata-kata lain. Kemungkinan hal ini terjadi karena adanya kesalahan dalam perakitan komponen penampil LCD.

3.5 Pengujian rangkaian secara keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui bahwa alat dapat bekerja dengan baik. Dalam hal ini, semua blok rangkaian yang terdiri dari sensor MQ-3, penguat diferensial LM324, ADC 0804, mikrokontroler AT89S51 dan penampil LCD digabungkan. Pengujian alat secara keseluruhan tidak dapat dilakukan dengan baik karena penampil LCD tidak dapat berfungsi dengan benar berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan pada Subbab 3.4.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai rancang bangun alat ukur kadar alkohol pada cairan menggunakan sensor MQ-3, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor MQ-3 dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan kadar alkohol pada cairan.
2. Fungsi transfer sensor adalah $y = -0,780x + 109,6$, dengan y adalah kadar alkohol (%) dan x adalah nilai bit desimal hasil konversi tegangan keluaran analog ke digital oleh ADC 0804.
3. Hasil pengukuran yang diperoleh masih dalam bentuk keluaran data digital dari ADC 0804 (belum dalam bentuk tampilan LCD).
4. Kesalahan relatif rata-rata dari alat yang dihasilkan adalah 3,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiprabowo, D. S., 2010, Pendeteksi Kadar Alkohol jenis Etanol pada Cairan dengan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535, jurnal, Universitas Diponegoro, Semarang
- Ansel, H. C. dan Stoklosa, M. J., 2006, Pharmaceutical Calculations 12th edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia-Tokyo
- Budiastra, I. N., Jayamiharja, I. M. H. dan Negara, I. G. A. M., 2009. Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol pada Minuman Berbasis Mikrokontroler AT89S51, dalam jurnal Teknologi Elektro, Universitas Udayana, Bali
- Budiman, 2009, Masalah Kesehatan Akibat Alkohol dan Merokok, dalam : Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata M dan Setiati S (Editor), Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I Edisi V , 83-88, Interna Publishing, Jakarta
- Fuad, I.Z., 2010, Kesadaran Hukum Pengusaha Kecil di Bidang Pangan dalam Kemasan di kota Semarang terhadap Regulasi Sertifikasi Produk Halal, http://eprints.undip.ac.id/23888/1/Iwan_Zainul_Fuad.pdf, diakses 6 Februari 2012

- Hermida, I. D. P. dan Retnaningsih, L., 2009, Rancang Bangun Sistem Pemanas Sensor Gas CO Berbasis Bahan SnO₂ Menggunakan Teknologi Film Tebal, dalam Jurnal Elektronika No.1 Vol. 9 ed. Januari-Juni 2009, <http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/91096774%20ta%20ada%20h%2070%2071.pdf>, diakses 10 Juli 2012
- Mancini, R., 2002, Op Amps For Everyone, Texas Instruments Incorporated, Dallas, <http://www.ti.com/lit/an/slod006b/slod006b.pdf>, diakses 27 Februari 2012
- Mawarani, L. J., Santoso, A., Budiono, A., dan Prihady, A., 2012, Karakterisasi Lapisan Tipis SnO₂-Sputtering DC sebagai Elemen Sensor Gas CO, jurnal, http://jusami.batan.go.id/dokumen/materi/30Jan12_150452_Lizda%20J%20M.pdf, diakses 10 Juli 2012
- Muftisany, H., 2012, Mau Coba Wiski Halal ?, <http://www.republika.co.id/berita/internasional/global/12/03/14/m0v4hm-mau-coba-wiski-halal>
- Nasrudin dan Muntini, M. S., 2009, Rancang Bangun Sistem Instrumen Pengukur Gas Amonia, jurnal, <http://www.scribd.com/doc/22492830/SFA-2009-9-Nopember-Fix>, diakses 10 Juli 2012
- Pribadi, E.T., 2008, Penyalahgunaan Alkohol di Indonesia, 46 hlm, <http://www.scribd.com/doc/19502600/17/TV-2-Rekomendasi>, diakses 9 Februari 2012
- Sari, D., 2011, *Dapatkah Produk Haram Berubah Halal?*, <http://preview.detik.com/detikfood/read/2011/11/08/185526/1763207/901/dapatkah-produk-haram-berubah-halal>, diakses 10 November 2011
- Umar, A.D.R., 2008, Sistem Pendeteksi Kadar Alkohol pada Minuman Berbasis Mikrokontroler AT89S51, tugas akhir, Universitas Negeri Malang, Malang
- World Health Organization, 2011, Global Status Report on Alcohol and Health, 73 hlm, http://www.who.int/substance_abuse/publications/global_alcohol_report/msbgsrupr_ofiles.pdf, diakses 15 Februari 2012